

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-016165

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl.

H01L 23/02

C04B 35/16

H01L 23/08

H01L 23/15

H05K 1/03

(21)Application number : 2000-197386

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 29.06.2000

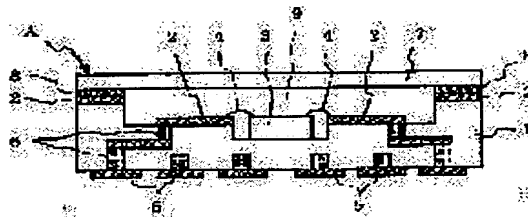
(72)Inventor : TERASHI YOSHITAKE

## (54) PACKAGE FOR ELEMENT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a package of an element capable of suppressing trapping of He gas in an insulation substrate composed of glass ceramics and evaluating and guaranteeing the airtightness.

**SOLUTION:** This package A of the element is provided with an insulation substrate 1 where a semiconductor element 3 is mounted on the surface and a lid 7 for airtightly sealing the semiconductor element 3. The insulation substrate 1 is composed of the glass ceramics of an open porosity  $\leq 2\%$  containing ceramic fillers and a glass phase containing an alkali metal and/or alkali earth metal whose main component is SiO<sub>2</sub> at least. When the insulation substrate 1 is exposed for two hours in the He gas of 25° C and 4.1 MPa, an He absorption amount into the insulation substrate 1 is equal to or less than  $5 \times 10^{-8}$  atm.cc/sec.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-16165

(P 2002-16165 A)

(43) 公開日 平成14年1月18日 (2002. 1. 18)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 L	23/02	H 0 1 L	23/02 H 4G030
C 0 4 B	35/16		23/08 C
H 0 1 L	23/08	H 0 5 K	1/03 6 1 0 D
	23/15	C 0 4 B	35/16 Z
H 0 5 K	1/03 6 1 0	H 0 1 L	23/14 C
審査請求	未請求	請求項の数 1 1	OL (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-197386 (P2000-197386)

(22) 出願日 平成12年6月29日 (2000. 6. 29)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 寺師 吉健

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

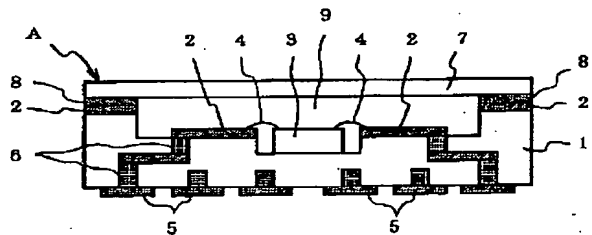
Fターム (参考) 4G030 AA01 AA03 AA04 AA05 AA07  
AA08 AA09 AA10 AA16 AA17  
AA32 AA35 AA36 AA37 AA40  
BA12 CA01 CA08 GA09

(54) 【発明の名称】 素子収納用パッケージ

(57) 【要約】

【課題】 ガラスセラミックから成る絶縁基板中へのHeガスのトラップを抑制し、気密性の評価、保証が可能な素子収納用パッケージを提供する。

【解決手段】 表面に半導体素子3が実装される絶縁基板1と、半導体素子3を気密に封止する蓋体7とを具備し、絶縁基板1が、少なくともSiO<sub>2</sub>を主成分とし、アルカリ金属および/またはアルカリ土類金属を含有するガラス相とセラミックフィラーとを含有する開気孔率2%以下のガラスセラミックスからなるとともに、絶縁基板1を25℃、4.1MPaのHeガス中に2時間晒した時、絶縁基板1内へのHe吸着量が $5 \times 10^{-8}$  atm・cc/sec以下の素子収納用パッケージAを作製する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】表面に素子が実装される絶縁基板と、該絶縁基板表面に設けられ前記素子を気密に封止する蓋体とを具備する素子収納用パッケージであって、前記絶縁基板が、少なくとも  $\text{SiO}_2$  を主成分とし、アルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有するガラス相とセラミックフィラーとを含有する開気孔率 2% 以下のガラスセラミックスからなるとともに、該絶縁基板を 25℃、4.1 MPa の He ガス中に 2 時間晒した時、前記絶縁基板内への He 吸着量が  $5 \times 10^{-8} \text{ atm} \cdot \text{cc/sec}$  以下であることを特徴とする素子収納用パッケージ。

【請求項 2】前記ガラスセラミックス中に、ガラスから結晶相が析出したことを特徴とする請求項 1 記載の素子収納用パッケージ。

【請求項 3】前記ガラスから析出した結晶相が、エンスタタイト、スラウソナイト、アノーサイト、セルジアン、コージェライト、スピネル、ガーナイト、クォーツ、アケメナイト、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸バリウム、チタン酸マグネシウム、フォーステライト、ストロンチウムシリケート、カルシウムシリケート、バリウムシリケート、リチウムシリケート、リチウムアルミノシリケート、カリウムシリケート、カリウムアルミノシリケート、ナトリウムシリケート、ナトリウムアルミノシリケートの群から選ばれる少なくとも 1 種を含有することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の素子収納用パッケージ。

【請求項 4】前記ガラス相中の  $\text{SiO}_2$  の含有量が 70 重量% 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか記載の素子収納用パッケージ。

【請求項 5】前記ガラス相中の  $\text{SiO}_2$  100 重量部に対するアルカリ金属および／またはアルカリ土類金属の含有量が酸化物換算による総量で 5～400 重量部であることを特徴とする請求項 4 記載の素子収納用パッケージ。

【請求項 6】前記ガラス相中の  $\text{PbO}$  および／または  $\text{B}_2\text{O}_3$  の含有量が総量で 40 重量% 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか記載の素子収納用パッケージ。

【請求項 7】前記セラミックフィラーが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、エンスタタイト、スラウソナイト、アノーサイト、セルジアン、コージェライト、スピネル、アケメナイト、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸バリウム、チタン酸マグネシウム、フォーステライト、ストロンチウムシリケート、カルシウムシリケート、バリウムシリケート、リチウムシリケート、リチウムアルミノシリケート、カリウムシリケート、カリウムアルミノシリケート、ナトリウムシリケート、ナトリウムアルミノシリケートの群から選ばれる少なくとも 1 種からなることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のい

れか記載の素子収納用パッケージ。

【請求項 8】前記絶縁基板の表面および／または内部に Cu または Ag を主成分とする導体配線層を具備することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか記載の素子収納用パッケージ。

【請求項 9】少なくとも  $\text{SiO}_2$  を主成分としアルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有するガラス 50～95 重量%と、セラミックフィラー 5～50 重量%との比率で含有する混合物を成形してグリーンシートを作製し、少なくとも前記ガラスの軟化点より 10℃ 低い温度以上における昇温速度を 10℃/分以下でガラスの軟化点以上に昇温して焼成しガラスセラミックスからなる絶縁基板を作製した後、該絶縁基板表面の半導体素子実装部を含む前記絶縁基板表面を蓋体にて封止することを特徴とする素子収納用パッケージの製造方法。

【請求項 10】少なくとも  $\text{SiO}_2$  を主成分とするガラス 50～95 重量%と、アルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有する複合酸化物とセラミックフィラーとの合計が 5～50 重量%との比率で含有する混合物を成形してグリーンシートを作製し、少なくとも前記ガラスの軟化点より 10℃ 低い温度以上における昇温速度を 10℃/分以下でガラスの軟化点以上に昇温して焼成しガラスセラミックスからなる絶縁基板を作製した後、該絶縁基板表面の半導体素子実装部を含む前記絶縁基板表面を蓋体にて封止することを特徴とする素子収納用パッケージの製造方法。

【請求項 11】前記ガラスが平均粒径 3 μm 以下の粉末であることを特徴とする請求項 9 または 10 記載の素子収納用パッケージの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、素子収納用パッケージに関し、特に、He ガスを用いたパッケージの気密性評価および品質保証が可能な素子収納用パッケージに関するものである。

## 【0002】

【従来技術】従来より、半導体素子やフィルター素子を収容するセラミックパッケージとして、電気絶縁性や化学的安定性等の特性に優れたアルミナ質セラミックスが多用されてきた。

【0003】しかし、近年、携帯電話に代表される通信分野における 800 MHz 帯以上の高周波領域で多用されるセラミックパッケージには、前記アルミナ質セラミックスから成る絶縁基板よりも更に導体損失の低減と小型化が要求されており、このため、導体配線層を銅 (Cu)、金 (Au)、銀 (Ag) などの低抵抗導体によって形成し、絶縁基板を誘電率がアルミナ質セラミックスと同様のガラスセラミック焼結体によって形成したガラスセラミックパッケージが注目されている。

【0004】また、本出願人は、特開平 10-2759

63号公報において、高周波帯で用いられるガラスセラミックスを絶縁基板とするパッケージの高周波特性である誘電率および誘電損失を低減するためには、ガラスセラミックス中に存在する $\text{SiO}_2$ の含有比率を高めることが有効であることを提案した。

【0005】一方、絶縁基板としてガラスセラミック焼結体を用いたセラミックパッケージは、例えば、焼成時に結晶相を析出する、いわゆる結晶化ガラスなどのガラス粉末とセラミックフィラー粉末とからなるガラスセラミック原料粉末と、有機バインダー等を用いて調製したスラリーをシート状に成形してグリーンシートを作製し、そのグリーンシートにビアホールや半導体素子等を搭載するためのキャビティ等を打ち抜き加工した後、ビアホール内に低抵抗金属を主成分とする導体ペーストを充填すると共に、前記グリーンシート上に同様の導体ペーストを配線パターンに印刷塗布し、これらを複数枚位置合わせして積層一体化した後、水蒸気を含む空素雰囲気から成る非酸化性雰囲気中で加熱して脱バインダー及び焼成することにより作製される。

【0006】その後、焼成された基板の表面に半導体素子を搭載し、セラミックスや金属からなる蓋体を基板に接合することにより、半導体素子を気密に封止することができる。

【0007】このようなパッケージにおいて、その気密信頼性の評価方法としては、一般的にはMIL-STD-883の方法1014が用いられている。この方法は、蓋体によって気密封止したパッケージを気密チャンバーに入れHeガスで所定条件にて加圧した後、パッケージを取り出し、次にリーク検出器を用いてパッケージ内に圧入されたHeガスを真空中で引き出して、引き出されたHeガスの濃度を測定することにより、気密性が評価され、その検出されるHeガス濃度が低いほど気密性が高いとして評価される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述したように $\text{SiO}_2$ を主成分とするガラス相を含有するガラスセラミックスを絶縁基板とするパッケージにおいては、上記のような気密性の評価をおこなった場合、Heガス中での加圧処理時にHeがガラスセラミックス中にトラップされ、真空中でトラップされたHeが引き出されることにより、蓋体の封止不良によって観測されるHeガスに加えて、ガラスセラミックス中にトラップされたHeガスがガラスセラミックス外部へ遊離して検出されてしまうために、蓋体の封止性を正確に測定することができず、セラミックパッケージの気密性の保証ができないという問題があった。

【0009】ガラスセラミック焼結体を絶縁基板とするセラミックパッケージの気密封止性については、例えば、実公平7-9382号では、Pb-Sn半田による封止部におけるメタライズ接着強度の改善などが提案さ

れているにすぎず、Heガスのトラップ現象については、ほとんど検討されていないのが現状である。

【0010】従って、本発明は、Heガスのトラップが極めて少ないガラスセラミックスを絶縁基板とし、Heガスを用いて正確な気密性の保証が可能な素子収納用パッケージを提供することを目的とするものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記のガラスセラミックスのHeガスのトラップ現象について種々検討を重ねた。その結果、第一には、ガラスセラミックスを焼成する際に発生するポイド（気孔）内にHeガス分子がトラップされること、第二には、 $\text{SiO}_2$ を主成分とするガラス相には $\text{SiO}_2$ が形成する $\text{Si-O}$ のネットワークが形成されているが、この $\text{Si-O}$ のネットワーク中には空隙が存在しており、この空隙内を気密性評価時に導入される高圧のHeガス分子が透過してしまうためにHeガス分子がガラスセラミックス中へトラップされることによるものと考えられる。

【0012】そこで、 $\text{SiO}_2$ を主成分とするガラス相中へのHe分子のトラップを防止する方法について検討した結果、 $\text{SiO}_2$ を主成分とするガラスとアルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有する酸化物とセラミックフィラーとの混合物、あるいは $\text{SiO}_2$ を主成分とし、アルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有するガラスとセラミックフィラーとの混合物を、少なくとも前記ガラスの軟化点より10℃低い温度以上における昇温速度を10℃/分以下でガラスの軟化点以上に昇温し、焼成することによって、得られるガラスセラミックスの開気孔率を低減できるとともに、上記 $\text{Si-O}$ のネットワークによって形成された空隙中にアルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を存在させることができる結果、ガラスセラミックス中へのHeの透過速度を遅くしてガラスセラミックス中のHeのトラップを抑制できることから、Heのトラップ現象を抑制し、気密性の正確な評価が可能となることを見いだした。

【0013】即ち、本発明の素子収納用パッケージは、表面に素子が実装される絶縁基板と、該絶縁基板表面に設けられ前記素子を気密に封止する蓋体とを具備する素子収納用パッケージであって、前記絶縁基板が、少なくとも $\text{SiO}_2$ を主成分とし、アルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有するガラス相とセラミックフィラーとを含有する開気孔率2%以下のガラスセラミックスからなるとともに、該絶縁基板を25℃、4.1MPaのHeガス中に2時間晒した時、前記絶縁基板内へのHe吸着量が $5 \times 10^{-8} \text{ atm} \cdot \text{cc/sec}$ 以下であることを特徴とするものである。

【0014】ここで、前記ガラスセラミックス中に、特に、エンスタタイト、スラウソナイト、アノーサイト、セルジアン、コージェライト、スピネル、ガーナイト、

クォーツ、アケメナイト、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸バリウム、チタン酸マグネシウム、フォステライト、ストロンチウムシリケート、カルシウムシリケート、バリウムシリケート、リチウムシリケート、リチウムアルミノシリケート、カリウムシリケート、カリウムアルミノシリケート、ナトリウムシリケート、ナトリウムアルミノシリケートの群から選ばれる少なくとも1種が前記ガラスから析出することが望ましい。

【0015】また、前記ガラス相中の $\text{SiO}_2$ の含有量が、70重量%以下であること、前記ガラス相中の $\text{SiO}_2$ 100重量部に対するアルカリ金属および／またはアルカリ土類金属の含有量が酸化物換算による総量で5～400重量部であること、前記ガラス相中の $\text{PbO}$ および／または $\text{B}_2\text{O}_3$ の含有量が総量で40重量%以下であることが望ましい。

【0016】さらに、前記セラミックフィラーが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、エンスタタイト、スラウソナイト、アノサイト、セルジアン、コージェライト、スピネル、アケメナイト、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸バリウム、チタン酸マグネシウム、フォステライト、ストロンチウムシリケート、カルシウムシリケート、バリウムシリケート、リチウムシリケート、リチウムアルミノシリケート、カリウムシリケート、カリウムアルミノシリケート、ナトリウムシリケート、ナトリウムアルミノシリケートの群から選ばれる少なくとも1種からなることが望ましい。

【0017】また、前記絶縁基板の表面および／または内部にCuまたはAgを主成分とする導体配線層を具備することが望ましい。

【0018】また、本発明の素子収納用パッケージの製造方法は、少なくとも $\text{SiO}_2$ を主成分としアルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有するガラス50～95重量%と、セラミックフィラー5～50重量%とを含有する混合物、または少なくとも $\text{SiO}_2$ を主成分とするガラス50～95重量%と、アルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有する複合酸化物とセラミックフィラーとの合計が5～50重量%との比率で含有する混合物を成形してグリーンシートを作製し、少なくとも前記ガラスの軟化点より10℃低い温度以上における昇温速度を10℃/分以下でガラスの軟化点以上に昇温し、焼成してガラスセラミックスからなる絶縁基板を作製した後、該絶縁基板表面の半導体素子実装部を含む前記絶縁基板表面を蓋体にて封止することを特徴とするものである。

【0019】さらに、前記ガラスが平均粒径3 $\mu\text{m}$ 以下の粉末であることが望ましい。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の素子収納用パッケージの一例についての概略断面図を図1に示した。図1によ

ば、素子収納用パッケージAは、ガラスセラミックスからなる絶縁基板1の表面には、Au、Ag、Cuなどの低融点金属からなる導体配線層2が被着形成され、導体配線層2は絶縁基板1の表面に搭載される半導体素子3とワイヤボンディング4などによって電氣的に接続されている。

【0021】本発明によれば、絶縁基板1が $\text{SiO}_2$ を主成分とし、アルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有するガラス相とセラミックフィラーとを含有するガラスセラミックスからなるとともに、絶縁基板1の開気孔率が2%以下、特に1%以下、さらに0.5%以下であることが重要である。

【0022】すなわち、上記ガラスセラミックスの開気孔率が2%より多いと、絶縁基板内にトラップされるHe量が多くなりパッケージの正確な気密封止性を評価することができないためであり、また、ガラス相が $\text{SiO}_2$ を主成分とする、特にガラス相中の $\text{SiO}_2$ の含有量が55重量%以上、特に60重量%以上の場合、アルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有しないとガラス相中の $\text{Si-O}$ のネットワーク中に存在する空隙内にトラップされるHe量が増加してパッケージの正確な気密封止性を評価することができないためである。

【0023】なお、ガラス相中の $\text{SiO}_2$ の含有量が増加するとガラスセラミックスのミリ波等の高周波帯における誘電損失が低下でき、導体配線層2および導体配線層5に高周波信号を伝送した場合でも信号の伝送損失を低減することができる。また、ガラス相中のHeトラップ量を低減する点で、ガラス相中の $\text{SiO}_2$ の含有量は70重量%以下、特に65重量%以下であることが望ましい。

【0024】さらに、 $\text{Si-O}$ ネットワーク中に存在する空隙径を小さくするとともに、高周波帯でのガラスセラミックスの誘電損失を低減する点で、ガラス相中のアルカリ金属(Li、Na、K、Rb)およびアルカリ土類金属(Mg、Ca、Sr、Ba)の含有量は酸化物換算による総量で5～50重量%、特に9～30重量%であることが望ましく、特にアルカリ金属の含有量は10重量%以下、さらに1重量%以下であること、アルカリ土類金属の中でもSrを必須として含有することが望ましい。

【0025】なお、本発明における上記開気孔率とは、絶縁基板表面の走査型電子顕微鏡写真(SEM)から求められる気孔20個についての面積比率に基づくものである。

【0026】また、このガラス相中には、Si、アルカリ金属およびアルカリ土類金属以外に、用いるガラスやフィラーによって、Al、B、Zr、Ti、Znなどの種々の金属元素が含まれる場合もあるが、Si量、アルカリ金属およびアルカリ土類金属量が上記の範囲を逸脱しなければ、前記他の金属が含まれていても問題はな

い。

【0027】さらに、上記ガラスセラミックスの高周波帯での誘電損失を低減するためには、ガラス相中のPbO、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の含有量は、酸化物換算による総量で40重量%以下、特に20重量%以下、さらにPbOの含有量が10重量%以下、特に5重量%以下、さらに1重量%以下であることが望ましい。

【0028】なお、上記ガラスセラミックス中には、ガラスから、例えば、エンスタタイト(MgSiO<sub>3</sub>)、スラウソナイト(SrAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)、アノーサイト(CaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)、セルジアン(BaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)、コージェライト(Mg<sub>2</sub>Al<sub>4</sub>Si<sub>5</sub>O<sub>18</sub>)、スピネル(MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)、ガーナイト(ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)、クォーツ(SiO<sub>2</sub>)、アケメナイト(Sr<sub>2</sub>MgSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)、チタン酸ストロンチウム(SrTiO<sub>3</sub>)、チタン酸カルシウム(CaTiO<sub>3</sub>)、チタン酸バリウム(BaTiO<sub>3</sub>)、チタン酸マグネシウム(MgTiO<sub>3</sub>)、フォルステライト(MgSiO<sub>4</sub>)、ストロンチウムシリケート(SrSiO<sub>3</sub>)、カルシウムシリケート(CaSiO<sub>3</sub>)、バリウムシリケート(BaSiO<sub>3</sub>)、リチウムシリケート(Li<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)、リチウムアルミノシリケート、カリウムシリケート(K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)、カリウムアルミノシリケート、ナトリウムシリケート(Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)、ナトリウムアルミノシリケートの群から選ばれる少なくとも1種の結晶相が析出することが望ましく、これによって、Heガス分子トラップ(吸着)の原因となるとともに高周波特性を決定するガラス相中の各成分の含有比率を適正化し、低誘電損失化、高強度化、誘電率および熱膨張係数の調整が可能となるとの作用効果を有する。

【0029】また、上述した結晶相のうち、ミリ波帯での誘電損失が低く導体配線層2を伝送する高周波信号の伝送損失を低減するために、アノーサイト、スラウソナイト、セルジアン、アケメナイト、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸バリウム、ストロンチウムシリケート、カルシウムシリケート、バリウムシリケートの群から選ばれる少なくとも1種、さらにスラウソナイトが好適に使用される。

【0030】一方、セラミックフィラーとしては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、エンスタタイト、スラウソナイト、アノーサイト、セルジアン、コージェライト、スピネル、アケメナイト、チタン酸ストロンチウム、チタン酸カルシウム、チタン酸バリウム、フォルステライト、ストロンチウムシリケート、カルシウムシリケート、バリウムシリケートの群から選ばれる少なくとも1種が好適である。

【0031】また、絶縁基板1の裏面には、他の電気回路と半田などのロウ材によって接続するための導体配線層5が形成されている。また、この導体配線層5には、適宜、半田ボールやリードピンなどの接続端子を取付け

て他の電気回路と接続する場合もある。この導体配線層5は、絶縁基板1の表面に形成された導体配線層2とスルーホール導体6等によって電気的に接続されている。

【0032】導体配線層2および導体配線層5にて800MHz以上、望ましくは1GHz以上、特に20GHz以上の高周波信号を伝送する場合には、導体配線層2および導体配線層5は伝送損失を低減するためにストリップ線路、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路および導波管線路のうちの1種にて構成されることが望ましい。

【0033】蓋体7は、絶縁材料、特に絶縁基板1と同じガラスセラミックス、またはコパー(Fe-Ni-CO、熱膨張係数5~6×10<sup>-6</sup>/℃)、42アロイ(熱膨張係数9~10×10<sup>-6</sup>/℃)、50アロイ(熱膨張係数6.5~7.5×10<sup>-6</sup>/℃)、銅(熱膨張係数19×10<sup>-6</sup>/℃)等の金属等によって構成され、半田などの封止用金属層8によって封止のために形成された導体配線層2に対して接合されるが、絶縁基板1の熱膨張係数と蓋体7の熱膨張係数との差は半導体素子3が収納されるキャビティ9の気密封止性を向上する点で1×10<sup>-6</sup>/℃以下であることが望ましい。

【0034】さらに、半導体素子3が実装される絶縁基板1の裏面にパッチアンテナ、平面アンテナ、スロットアンテナ等のアンテナ素子、フィルタ、コンデンサ、共振器等の他の電子部品を実装することもできる。

【0035】このようなパッケージを作製するには、SiO<sub>2</sub>を含有するガラス、例えば、SiO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>およびAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を含有するガラス粉末を50~95重量%、アルカリ金属および/またはアルカリ土類金属酸化物を含有するセラミックフィラー粉末を5~50重量%の割合で添加混合する。ガラス粉末とセラミックフィラー粉末との配合比率は、パッケージ作製時に導体配線層を銅、銀などの低融点金属によって構成し、ガラスの軟化点以上の温度で、かつ導体配線層と同時に焼成するに適した温度、例えば、800~1000℃の温度で相対密度95%以上で、特に開気孔率2%以下に緻密化できるように決定される。

【0036】ガラス粉末量が50重量%よりも少なく、セラミック粉末量が50重量%よりも多いと、焼結不良となり、緻密化できない場合が多く、ガラス粉末量が95重量%よりも多く、セラミックフィラー量が5重量%よりも少ないと、焼成収縮がより低温から進行するため、導体配線層を銅によって形成した場合にN<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>Oなどの雰囲気中での十分な有機バインダーの除去が難しくなるためである。

【0037】SiO<sub>2</sub>を含有するガラスとしては、特に800~1000℃の温度で焼結可能なホウケイ酸系結晶化ガラスが好適に採用でき、SiO<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>以外に、Li<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>Oなどのアルカリ金属酸化物、CaO、MgO、BaOなどのアルカリ土類

10

20

30

40

50

金属、さらには $ZrO_2$ 、 $ZnO$ 、 $TiO_2$ などを含有してもよい。

【0038】ガラス中の $B_2O_3$ は、低温での液相の生成を助長し、低温での焼結性を促進する成分であり、また、 $Al_2O_3$ は、後述するアルカリ土類金属酸化物や $SiO_2$ との反応によって、結晶相の析出の促進と、非晶質相中の $SiO_2$ 量を低減する作用をなす。

【0039】従って、ガラス原料中には、 $SiO_2$ を30～70重量%、 $B_2O_3$ を5～20重量%、 $Al_2O_3$ を10～40重量%の割合で含有することが望ましい。また、ガラス粉末の粒径は、焼結性を向上し、開気孔率を低下させ、ガラス相の $Si-O$ ネットワーク中へのアルカリ金属および／アルカリ土類金属の分散性を向上させるために、 $3\mu m$ 以下、特に $1.8\mu m$ 以下であることが望ましい。

【0040】一方、アルカリ土類金属酸化物を含むセラミックフィラーとしては、特に、ホウケイ酸系ガラスとの反応性が高い点において、 $CaZrO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $SrZrO_3$ 、 $SrSiO_3$ 、 $BaTiO_3$ および $MgTiO_3$ のうちの少なくとも1種が好適である。これらのフィラーは焼成時にホウケイ系結晶化ガラスと反応してアルカリ土類金属酸化物が分解し、分解したアルカリ土類金属酸化物は、ガラス中の $SiO_2$ や $Al_2O_3$ と反応して、アノーサイト( $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )やコーゼライト( $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$ )などの $SiO_2-Al_2O_3$ -アルカリ土類金属酸化物系の複合酸化物結晶相を析出する。このような反応による前記複合酸化物結晶相の析出によって、最終焼結体中の結晶相間に存在する非晶質相中の $SiO_2$ 量を調整することができる。

【0041】また、上記結晶相が析出する場合、焼結体中に含まれるアルカリ土類金属が結晶相としてすべて消費されず、非晶質相中に残存させるためには、焼結体中のアルカリ土類金属量を結晶化に消費される量よりも多くのアルカリ土類金属を含有させることにより、非晶質相中のアルカリ土類金属量を増加させることが可能となる。

【0042】このようにして調製された混合粉末に、成形用の有機バインダー、可塑剤、溶剤を添加混合してスラリーを作製する。有機バインダーとしては、低温での熱分解性に優れたメタクリル酸系の樹脂が好適である。また可塑剤にはフタル酸ジブチル、溶剤にはトルエンを使用することが好適である。

【0043】次に、得られたスラリーをドクターブレード法でグリーンシートに成形し、グリーンシートに、適宜パンチング、マイクロドリル、レーザーなどによってピアホールとキャビティなどの加工を行い、ピアホールに、 $Au$ 、 $Ag$ 、 $Cu$ などの低融点金属粉末を含有する

導体ペーストを充填した後、同様の導体ペーストを用いて配線パターンをスクリーン印刷法などによって印刷する。絶縁基板表層となるグリーンシートには、蓋体を接合するための封止用金属層パターン状に導体ペーストが印刷塗布される。

【0044】導体ペースト中には、前記低融点金属粉末に加え、焼成時の反りや導体の接合強度を改善するために軟化点を調整したガラス、さらには有機バインダー、溶媒を添加混合する。 $Cu$ を導体材料とする場合は非酸化性の雰囲気下での脱バインダーが必要となるため、導体ペーストのバインダーにはグリーンシートと同様に熱分解性に優れたメタクリル酸系の樹脂を使用することが望ましい。

【0045】上記のようにして作製されたグリーンシートを複数層積層一体化した後、少なくともガラスの軟化温度より $10^\circ C$ 低い温度、例えば、 $700 \sim 800^\circ C$ にて脱バインダーを行った後、この脱バインダー温度以上、すなわちガラスの軟化温度より $10^\circ C$ 以上、特に $20^\circ C$ 以上、さらに $30^\circ C$ 以上低い温度以上の昇温速度を $10^\circ C/分$ 以下、特に $6^\circ C/分$ 、さらに $4^\circ C/分$ の速度にて $800^\circ C$ 以上、特に $800 \sim 1050^\circ C$ 、さらに $850 \sim 1000^\circ C$ の温度で焼成する。

【0046】ここで、上記ガラスの軟化温度より $10^\circ C$ 以上低い温度以上の昇温速度が $10^\circ C/分$ より速いと、絶縁基板1を構成するガラスセラミックス中にボイドが発生し絶縁基板1の開気孔率が2%を越える結果、絶縁基板1内への $He$ トラップ量が $5 \times 10^{-8} atm \cdot cc/sec$ を越えてしまい、パッケージの封止性を正確に評価することができないためである。

【0047】なお、上記焼成については、 $Ag$ を主成分とする導体材料とする場合は大気中で焼成し、 $Cu$ を主成分とする導体材料とする場合は窒素に水蒸気を混合した雰囲気中で焼成することが望ましい。その後、焼成された基板に対して、 $Cu$ を導体材料とする場合は、 $Ni$ や $Cu$ 等の下地メッキの上に $Au$ メッキを施す。

【0048】そして、 $Si$ 、 $GaAs$ 、 $SiGe$ 等の半導体素子やフィルタ素子等の素子を基板表面にフリップチップ実装やワイヤーボンディング実装した後、該素子を覆うように基板表面に蓋体を接合する。蓋体の接合は、 $Au-Ge$ や $Au-Sn$ 等の $Au$ 系ろう材や、 $Pb-Sn$ 等の半田、または $Pb$ 系のガラスを用いて、基板表面に封止用金属層に接合することにより、半導体素子を気密に封止した半導体装置を作製することができる。

【0049】

【実施例】表1に示す成分および平均粒径からなるガラス粉末を準備した。

【0050】

【表1】

ガラス No.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	ZnO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	BaO	SrO	ZrO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	粒径 ( $\mu$ m)	軟化点 ( $^{\circ}$ C)
A	44	28	11	8	9								2	900
A'	44	28	11	8	9								5	900
B	66.3	6.7			19.2	2.2	2.4		3.2				2	750
C	50	5.5	18.5					26					2	830
D	50.2	5	16.1					15.1		13.6			2	830
E	26.4				7.6			4.5	24.8	8.7	7	21	2	740

【0051】表1のガラス粉末に対して、表2、3に示すような割合でセラミックフィラーを配合し、有機バイ  
ンダーとしてメタクリル酸イソブチル樹脂を固形分で1  
2重量%、可塑剤としてフタル酸ジブチルを6重量%添  
加し、トルエン及び酢酸エチルを溶媒としてボールミル  
により40時間混合しスラリーを作製した。そして、こ  
のスラリーを用いてドクターブレード法によりシート状  
に成形し厚さ0.3mmのガラスセラミックグリーンシ  
ートを作製した。

【0052】次に、上記グリーンシートの所定位置にビ  
アホールを開口し、導体ペーストを充填し、該グリーン  
シート表面の所定位置にスクリーン印刷法にて所定パタ  
ーンのメタライズ導体配線層を形成した後、該グリーン  
シート10～20枚を重ねて加圧積層した。

【0053】そして、上記積層体を、水蒸気を含む窒素  
雰囲気中で750 $^{\circ}$ Cにて3時間脱バインダ処理を行った  
後、表2、3に示す昇温速度、温度で焼成し、50mm  
 $\times$ 50mmサイズの配線基板を作製した。

【0054】作製した配線基板に対して、その表面の走  
査型電子顕微鏡(SEM)写真からルーゼックス解析法  
によって開気孔率を測定した。また、絶縁基板のX線回  
折測定を行い、検出された結晶相およびリートベルト法  
によって磁器中のガラス相の比率を算出した。さらに、

絶縁基板の結晶相の粒界に存在するガラス相の組成を透  
過型電子顕微鏡写真にて観察しながら、エネルギー分散  
型X線スペクトル分析(EDS)および電子エネルギー  
ロススペクトル分析(EELS)によって分析を行い、  
ガラス相中のSiO<sub>2</sub>の比率を算出した。

【0055】そして、このセラミック基板を4.1MP  
aのHeガス中に2時間晒した後、真空中に保持しHe  
リークディテクターにてガラスセラミック基板から放  
出されたHe量を測定しその結果をHe吸着量として表  
2、3に示した。

【0056】また、上述したグリーンシートを10～1  
5枚積層して上記と同様の条件にてガラスセラミックス  
を作製し、直径50mm、厚み1mmの形状に切り出し  
て2GHzにてネットワークアナライザ、シンセサイズ  
ドスイーパーを用いて空洞共振器法により誘電率、誘電  
損失を測定した。測定では、非放射性誘電体線路にて誘  
電体共振器の励起を行い、TE<sub>011</sub>モードの共振特性に  
より誘電率、誘電損失を算出した。

【0057】また、室温(25 $^{\circ}$ C)から400 $^{\circ}$ Cにおけ  
る熱膨張曲線を取り、熱膨張係数を算出した。結果は、  
表2、3に示した。

【0058】

【表2】



試料 No.	ガラス		ファイバー		焼成条件		開気 孔率 (%)	誘電 率	誘電損 失( $\times 10^{-4}$ )	熱膨張 係数( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	検出結晶 相 <sup>1)</sup>	ガラス 相比率 (重量%)	SiO <sub>2</sub> 比 率(重 量%)	He吸着量 (atm- cc/sec)	
	種類	wt%	種類	wt%	粒径 ( $\mu\text{m}$ )	昇温速度 ( $^{\circ}\text{C}/\text{分}$ )									温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
* 1	A	70	SiO <sub>2</sub>	30	2	3.3	970	0.1	5.0	12	9.0	G,Q	60	80	$3 \times 10^{-9}$
2	A	85	SiO <sub>2</sub> SrSiO <sub>3</sub>	10 25	2 2	3.3	930	0.2	5.9	15	7.5	G,SL,Q	35	50	$<1 \times 10^{-9}$
3	A	70	SiO <sub>2</sub> SrSiO <sub>3</sub>	10 20	2 2	3.3	930	0.1	8.1	17	7.6	G,SL,Q	35	60	$<1 \times 10^{-9}$
4	A	80	SiO <sub>2</sub> SrAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	10 10	0.8 0.8	3.3	910	0.1	5.2	14	7.2	G,SLAI	40	65	$<1 \times 10^{-9}$
5	A	80	SiO <sub>2</sub> SrTiO <sub>3</sub>	10 10	2 2	3.3	910	0.1	6.0	8	7.4	SL,T,G	40	60	$<1 \times 10^{-9}$
6	A	70	CaZrO <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> SrTiO <sub>3</sub>	15 5 10	2 2 2	3.3	930	0.1	9.5	16	6.4	SL,Z,G,Ti	2	55	$<1 \times 10^{-9}$
7	A	75	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> SrTiO <sub>3</sub>	15 10	2 2	3.3	930	0.1	10.0	5	6.8	SL,T,Al,Ti	5	50	$<1 \times 10^{-9}$
8	A	70	SiO <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> MgSi <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	10 20	2 2	5	930	0.3	6.2	15	7.0	SLAK,G,Q	37	63	$5 \times 10^{-8}$
* 9	A	70	SiO <sub>2</sub> SrSiO <sub>3</sub>	10 20	2 2	15	930	3	5.3	25	6.7	SL,G,Q	46	72	$8 \times 10^{-8}$
10	A'	70	SiO <sub>2</sub> SrSiO <sub>3</sub>	10 20	2 2	5	950	0.5	6.4	20	7.1	G,SL	40	63	$7 \times 10^{-9}$
* 11	A	45	SiO <sub>2</sub> SrSiO <sub>3</sub>	35 20	2 2	3.3	1000	10	未焼結						$5 \times 10^{-8}$

\*印は本発明の範囲外の試料を示す。

注1) G: ガーネット, Q: クォーツ, SL: ストラウソナイト, AI: アルミナ, Ti: チタニア, Z: ジルコニア, AK: アケメナイト

[0059]

\* \* 【表3】

試料 No.	ガラス		ファイバー		焼成条件		開気 孔率 (%)	誘電 率	誘電損 失( $\times 10^{-4}$ )	熱膨張 係数( $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ )	検出結晶相 <sup>1)</sup>	ガラス相 比率(重 量%)	SiO <sub>2</sub> 比率 (重量%)	He吸着量 (atm· cc/sec)	
	種類	wt%	種類	wt%	数値 ( $\mu\text{m}$ )	昇温速度 ( $^{\circ}\text{C}/\text{分}$ )									温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )
* 12	B	40	SiO <sub>2</sub>	60	2	3.3	950	20	未焼結						$5 \times 10^{-6}$
13	B	70	SiO <sub>2</sub>	20	2	3.3	1000	0.1	5.7	27	8	Q,SS,SL	50	80	$<1 \times 10^{-9}$
			SrSiO <sub>3</sub>	10	2										
* 14	C	45	SiO <sub>2</sub>	40	2	3.3	1000	15	未焼結						$8 \times 10^{-5}$
			SrTiO <sub>3</sub>	15	2										
15	C	70	SiO <sub>2</sub>	30	2	3.3	930	0.1	5.8	6	10	DLQ	2	50	$<1 \times 10^{-9}$
* 16	C	70	SiO <sub>2</sub>	30	2	15	900	3	5.3	20	8.4	DLQ	30	65	$1 \times 10^{-7}$
17	C	75	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	2	3.3	930	0.2	8.9	9	9.2	DLIAI	1	53	$5 \times 10^{-9}$
			MgTiO <sub>3</sub>	10	2										
18	D	70	SiO <sub>2</sub>	30	2	3.3	930	0.1	8.8	10	9	DLQ	8	52	$1 \times 10^{-9}$
19	E	50	SiO <sub>2</sub>	50	2	10	875	0.5	8.8	19	11	SE,SL,ST,Ti,OT	5	50	$1 \times 10^{-6}$

\*印は本発明の範囲外の試料を示す。

注1) Q: クォーツ, SS: ストロニウムシリケート, SL: ストラウソナイト, AI: アルミナ, DL: ディオプサイト, IL: イライト, SE: セルジアン, ST: チタン酸ストロンチウム, OT: チタン酸バリウム

【0060】表2、表3の結果、Siを主成分とするガラス相中にアルカリ金属またはアルカリ土類金属を含有しない試料No. 1では、開気孔率は小さいもののHeのトラップ量が $1 \times 10^{-8} \text{ atm} \cdot \text{cc}/\text{分}$ より多くなり、また、ガラス原料の比率が50重量%より少ない試料No. 11、12および14では、絶縁基板の開気孔率が大きくなりHeトラップ量が多くなった。さらに、ガラス原料の軟化点より10℃低い温度以上の昇温速度が10℃/分より速い試料No. 9、16では、ガラス相中へのアルカリ土類金属の拡散速度が遅く、また、ガラスセラミックス中のボイド量が増加してHe吸着量が多くなった。

【0061】これに対して、少なくともSiを主成分とするガラス原料50重量%以上と所定のセラミック成分とを混合して、ガラス原料の軟化点より少なくとも10

℃以下の低温以上の昇温速度を10℃/分より遅くして前記ガラスの軟化点以上の温度にて焼成した試料No. 2~8、10、13、15、17~19では、いずれも開気孔率が2%以下、He吸着量が $5 \times 10^{-8} \text{ atm} \cdot \text{cc}/\text{sec}$ 以下となった。

【0062】また、上述のHeトラップ性評価試験でHeの放出量が $1 \times 10^{-8} \text{ atm} \cdot \text{cc}/\text{s}$ 以下の配線基板(No. 2~8、10、13、15、17~19)について、外辺サイズ: 8mm×8mm、厚み: 1.5mm、キャビティサイズ: 6mm×6mm、キャビティ深さ: 1mmのパッケージを作製した。パッケージの表層のキャビティの周囲にCu導体による封止用金属層を設けた。この封止用金属層にNi-Auメッキを施した後、50アロイまたは42アロイ製金属蓋体(それぞれの熱膨張係数 $6.9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、 $9.5 \times 10^{-6}/$

℃)をAu-Snろう材にて接合した。

【0063】そして、作製したパッケージを4.1MPaのHeガス中に2時間晒し、20分間放置した後にHeリークディテクターにて真空中にてパッケージよりリークするHe量を測定した。リーク量は試料No. 2～8、10、13、15、17～19のいずれのパッケージも $1 \times 10^{-8} \text{ atm} \cdot \text{cc} / \text{sec}$ 以下であり、パッケージの気密性の判定基準である $5 \times 10^{-8} \text{ atm} \cdot \text{cc} / \text{sec}$ 以下を満足した。

【0064】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の素子収納用パッケージは、 $\text{SiO}_2$ を主成分とし、アルカリ金属および／またはアルカリ土類金属を含有するガラス相とセラミックフィラーとを含有する開気孔率2%以下のガラスセラミックスを絶縁基板として用いることによつて、絶縁基板中へのHeのトラップ量を低減することが

できるために、Cuなどの低融点金属からなる導体配線層を具備するセラミックパッケージに対する気密性の評価及び品質の保証を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の素子収納用パッケージの一例を説明するための概略断面図である。

【符号の説明】

- A 素子収納用パッケージ
- 1 絶縁基板
- 2, 5 導体配線層
- 3 半導体素子
- 4 ワイヤボンディング
- 6 スルーホール導体
- 7 蓋体
- 8 封止用金属層
- 9 キャビティ

【図1】

